ESTRUTURA URBANA E GRAUS DE CONFORTO EM CURITIBA

Eliane DUMKE[1]
Eduardo KRÜGER[2]

RESUMO

No Brasil, a maior parte das cidades cresceu desordenadamente, agravando a deterioração ambiental inerente ao processo de urbanização. De grande relevância na definição das condições da qualidade de vida para sociedade moderna, cada vez mais urbana, o clima da cidade é alterado pela ação do homem sobre a natureza. Curitiba foi uma das poucas cidades brasileiras que contou com um planejamento. A cidade é conhecida internacionalmente como modelo de Planejamento Urbano e Gestão Ambiental. Graças ao eficiente marketing governamental e a implementação de programas ambientais, construiu-se o mito da "Cidade Ecológica", depois substituído pelo *slogan* "Capital Social". Em função do crescimento acelerado da cidade, sucederam-se os Planos Urbanísticos e suas adaptações: a população do município de Curitiba saltou de 600.000 habitantes em 70, para um milhão e meio no início da década atual. Devido a esse vertiginoso crescimento, Curitiba não tem dado conta de problemas relacionados ao meio-ambiente. Sua inserção no contexto das cidades contemporâneas se revela na estrutura urbana e na forma como vem se dando a localização industrial, priorizando questões econômicas em detrimento das ambientais. Neste estudo, pretende-se avaliar as condições climáticas da cidade de Curitiba, analisando-se a inter-relação das formas urbanas com o clima, levando-se em conta fatores geomorfológicos locais. Elementos construídos alteram o clima urbano: as densidades, o zoneamento incluindo as áreas verdes, as áreas industriais, as diferentes formas de ocupação. O clima local pode ser completamente alterado, combinando-se a penetrabilidade do Sol e do vento aos materiais de construção e às formas de ocupação. Em Curitiba, o comportamento climático dos espaços resultantes da densa verticalização ao longo de seus Eixos Estruturais é distinto daquele criado pelas torres residenciais cercadas de vegetação da Ecoville. Assim também os micro-climas nas zonas residenciais arborizadas e de baixa densidade se contrapõem às condições climáticas dos quarteirões repletos de edifícios do centro urbano, que acumulam calor, mas onde as praças por eles sombreadas resultam em ainda outros tipos de comportamento térmico. Pretende-se, neste artigo, avaliar os efeitos climáticos dos tipos de ocupação gerados pelos diversos planos urbanísticos implantados em diferentes épocas na cidade de Curitiba (gabaritos, afastamentos, ocupação do lote, conforme o zoneamento proposto), do ponto de vista do conforto ambiental, com base nos preceitos da literatura especializada na área de climatologia urbana.

INTRODUÇÃO

Nos anos 70, a crise energética deflagrada pela alta de preços do petróleo, levou à intensificação de pesquisas referentes à eficiência energética e à busca de fontes alternativas de energia. Vários profissionais passaram a se dedicar ao resgate dos princípios bioclimáticos inspirados na arquitetura vernácula, utilizados na arquitetura e no urbanismo antes do advento da revolução industrial, do modernismo e do estilo internacional na arquitetura.

Porém, foi no início da década de 90 que a preocupação com o Meio Ambiente passou a ocupar maior espaço no cenário internacional. Em 1990, o Painel Intergovernamental sobre

[1] Universidade Tuiuti do Paraná, Departamento de Arquitetura, doutoranda em Meio Ambiente e Desenvolvimento, UFPR, pdumke@qwnet.com.br
[2] Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, professor doutor, krueger@ppgte.cefetpr.br

Mudança Climática (*IPCC – International Panel on Climate Change*) das Nações Unidas, constatou o aquecimento global devido principalmente ao aumento dos níveis de dióxido de carbono (CO_2), emitido pela queima de combustíveis fósseis (MAN YU *et al*., 2001). A participação da ação antrópica no agravamento dos problemas ambientais nas últimas décadas se deve, em grande parte, ao modelo de desenvolvimento econômico e à urbanização acelerada que ocorre em todo o mundo, notadamente em países em desenvolvimento. No Brasil, atualmente, mais de 80% da população habitam em áreas urbanas que, em sua maioria, cresceram desordenadamente (DANNI-OLIVEIRA, 2000).

Este quadro complexo levou os urbanistas a reavaliarem os impactos e as inter-relações entre o ambiente construído, o ambiente natural e o homem.

Em toda a parte e também no Brasil, vêm sendo implementadas medidas relativas à reciclagem dos materiais, à energia consumida no processo de fabricação e no transporte dos materiais e componentes, ao uso racional dos recursos naturais, bem como ao tratamento dos resíduos. Um número crescente de pesquisas vêm sendo realizadas sobre a adequação do desenho dos edifícios e das cidades às condições climáticas locais, observando-se a orientação das construções, sua exposição à ventilação natural e à luz do Sol, o controle solar, a forma e os materiais de construção empregados, o albedo e a permeabilidade das superfícies, entre outras medidas.

De grande relevância para os que almejam uma melhor qualidade de vida para sociedade moderna, cada vez mais urbana, o clima da cidade é alterado pela ação do homem sobre a natureza, se inter-relacionando isso ao desconforto térmico, à ineficiência energética, à poluição do ar, às chuvas intensas, às inundações e aos desmoronamentos das vertentes dos morros – eventos de grande custo social (LOMBARDO, 1985). Portanto, desde a sua concepção, o planejamento da cidade deve considerar os princípios bioclimáticos, ou seja, o emprego de energia passiva, evitando a dissipação dos recursos naturais para proporcionar o conforto térmico nas edificações urbanas. Os espaços urbanos, o uso do solo e as tipologias de projeto devem ser configurados mediante critérios ambientais e fundamentados em estudos do clima da cidade e desta forma, promover condições de conforto térmico e eficiência energética.

Para Acselrad (2001, p. 5), a sustentabilidade urbana pode ser pensada em relação à eficiência eco-energética e à qualidade de vida quanto à morfologia das cidades. A distribuição espacial adequada dos assentamentos humanos promove a eficiência energética e diminui as pressões sobre o meio físico e sobre os ecossistemas locais, bem como reduz a exposição de seus habitantes a condições de desconforto e insalubridade.

Para Fanger (1970), a sensação de conforto térmico, além de depender da vestimenta e das condicionantes do ambiente, é influenciada por características fisiológicas próprias dos indivíduos como: idade, sexo, forma do corpo, ciclo menstrual, diferenças étnicas, alimentação e outros. Conforme Krüger (2002), a adaptação da espécie humana às características climáticas ao longo do tempo, foi uma questão de sobrevivência. Estas adaptações ocorreram no âmbito da ordem biológica, por meio de vestimenta ou por meio do ambiente construído. A adaptação biológica se evidencia nas variações da fisiologia humana (como porte físico, cor de pele e de olhos, presença ou ausência de pelos), caracterizada pelas raças adaptadas as diversas condições climáticas encontradas em regiões geográficas distintas. A adaptação por meio de vestimenta, também chamada de segunda pele, consiste no isolamento térmico, que depende da espessura, da porosidade e do número de camadas de tecido, determinando a resistência térmica total. A adaptação por meio da habitação, denominada de terceira pele, evoluiu com as técnicas construtivas a partir do sedentarismo, chegando a configurar construções bastante especializadas. Podem ser citados inúmeros exemplos, como o iglu esquimó, as cidades subterrâneas no Norte da China, as cabanas de madeira típicas dos Alpes na Suíça, a aldeia dos índios de Pueblo Bonito, no Novo México, Estados Unidos ou ainda o conjunto de casas tradicionais de Bagdá com suas torres de vento.

Entretanto, a arquitetura denominada vernácula vem sendo paulatinamente substituída por formas de construir padronizadas, muitas vezes inadequadas às condições climáticas locais. Assim, para as classes mais favorecidas, a adaptação a condições climáticas desfavoráveis pode significar o maior consumo de energia ativa, enquanto as classes menos favorecidas, desprovidas de defesas frente às condições climáticas locais, são seguramente as que mais sofrem com o desconforto térmico.

Um clima urbano que promova o Conforto Ambiental possibilitará maior eficiência energética, o uso racional de recursos naturais, melhor dispersão dos poluentes, melhor desempenho e menos riscos ao conforto e saúde dos habitantes. A importância da utilização dos princípios bioclimáticos no desenho urbano se evidencia por promover o desenvolvimento sustentável (durável), pelo uso de recursos renováveis para a melhoria da qualidade de vida na cidade, com maior eqüidade.

Neste sentido, Curitiba, deixa a desejar. A construção do mito em torno desta cidade é abordada por Sanchez Garcia (1997). Apesar da imagem veiculada nacional e internacionalmente através do City Marketing, a de “cidade modelo” e “cidade planejada” na década de 70, de “capital da qualidade de vida” e “capital ecológica” nos anos 90 e, recentemente, a de “capital social”, Curitiba, devido ao seu vertiginoso crescimento, não vem dando conta de seus problemas ambientais. Apesar de alguns programas ambientais terem sido bem sucedidos como a criação de parques urbanos que elevam os índices de área verde por habitante, a separação e a reciclagem do lixo, a cidade se insere na problemática das cidades contemporâneas pela sua estrutura, formas de ocupação e uso do solo, pela dualidade crescente em relação aos níveis sociais e por sua forma de localização industrial, priorizando os aspectos econômicos em relação aos do meio ambiente (interação natureza-sociedade).

As ocupações irregulares proliferam em áreas de mananciais hídricos da região e as inundações são cada vez mais freqüentes. As condições de desconforto térmico e lumínico e a poluição atmosférica agravaram-se na cidade, com as sucessivas adaptações dos Planos Urbanísticos que muitas vezes negligenciaram os critérios bioclimáticos. A interação entre o clima local, os fatores geomorfológicos do sítio, a estrutura urbana, os critérios urbanísticos adotados, as ações da população e dos gestores da cidade criaram uma configuração de espaços urbanos de qualidade climática diferenciada, nem sempre favorável. Pretende-se, neste artigo, avaliar os efeitos climáticos dos tipos de ocupação gerados pelos diversos planos urbanísticos implantados em diferentes épocas na cidade de Curitiba (gabaritos, afastamentos, ocupação do lote, conforme o zoneamento proposto), do ponto de vista do conforto ambiental, com base nos preceitos da literatura especializada na área de climatologia urbana.

URBANIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: UMA QUESTÃO DE ESCALA?

A expressão urbana produzida pela sociedade atual reflete uma diversidade morfológica e conceitual, mas se distingue das cidades dos períodos anteriores. Apesar da falta de consenso nas idéias, há características comuns presentes em todas estas formas de cidades e que permeiam os textos dos autores que as descrevem.

Para Sachs (1996, p.38), entre as medidas que visam à sustentabilidade espacial, encontram-se: a redução da concentração excessiva nas áreas metropolitanas; a melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas e a descentralização da indústria em conjunto com a utilização de novas tecnologias baseadas no uso sustentável de recursos renováveis. Acselrad (2001) contrapõe as duas escalas: por um lado, a concentração urbana reduz o consumo per capita de energia (em iluminação, transporte etc.) corroborando a sustentabilidade global, por outro, a alta densidade de produção de rejeitos sobre determinada área compromete a regeneração de seus ecossistemas.

Para Walter, Arkin e Crenhaw, citados pela CIB-Agenda 21 (2000, p. 89), para que uma cidade seja verdadeiramente ecológica ou sustentável, além do uso eficiente do solo, deve contar com a produção local de alimentos e a reciclagem do lixo e dos dejetos sem danificar o meio ambiente. As suas dimensões não devem ultrapassar os limites da bacia hidrográfica.

Na alta modernidade, a nova relação tempo-espacial se deve às mudanças nas formas de trabalho, devido à alta tecnologia. A necessidade de anular as distâncias, traduzida na evolução nas comunicações e no transporte, resulta na desconcentração da população nas áreas metropolitanas, invertendo a tendência de concentração que caracterizava o capitalismo industrial. Destaca-se a explosão urbana sem precedentes, sobretudo (mas não de forma exclusiva) nos países do Sul. Contudo, se as grandes metrópoles demograficamente densas são energeticamente insustentáveis, a cidade "fragmentada" e "desdensificada" com sua fragmentação policêntrica de atividades também é de alto consumo de recursos materiais, poluidora e nociva, geradora de consumo energético e de custos elevados para a reorganização de suas redes de infraestrutura e de serviços públicos.

Para a Comissão das Comunidades Européias, por exemplo, a "cidade compacta" significa o modelo de eficiência energética por redução das distâncias, otimização do transporte público e maximização da qualidade de vida dos seus habitantes. A tendência é a maior aceitação da cidade compacta, como modelo policêntrico em rede, com sub-centros de funções diversificadas e com boa infraestrutura de transporte público (ACSELRAD, 2001, p.9).

Enquanto alguns vêem nesta morfologia a melhor eficiência na utilização dos recursos naturais, aliada à qualidade de vida urbana, outros, inversamente, argumentam que estes atributos são próprios das cidades pouco densas e descentralizadas, que dispõem de solos para produção de alimentos e de fontes locais de energia. Se há divergências quanto à morfologia e à escala da cidade sustentável, há também o consenso de que a forma sustentável deverá mesclar zonas de diferentes funções urbanas de forma a reduzir distâncias e favorecer a "pedestrialização". A forma urbana articula-se à auto-suficiência urbana, à eficiência eco-energética e à qualidade de vida. A maior autonomia energética e econômica das cidades favorece o "combate ao efeito estufa e aos processos entrópicos", o que implica em uma recusa da globalização das cidades e das "deseconomias energéticas implícitas na intensificação dos fluxos, própria às chamadas 'cidades globais' " (ACSELRAD, 2001, p.9).

Entre as diversas soluções para reverter a expansão urbana e os seus efeitos indesejáveis, que devem ser aplicadas com cuidado, pode-se estabelecer limites para o crescimento da cidade, incentivar a formação de bairros compactos e com funções diversas, bem como reciclar ou revitalizar o tecido urbano. O desenvolvimento urbano sustentável exige um processo holístico, um planejamento flexível e dinâmico, com uma constante revisão de objetivos e critérios, equilibrado entre os seus aspectos naturais, sociais e econômicos (CIB-Agenda 21, 2000, p. 91).

Existem estudos a respeito da densidade de população urbana ideal baseada em relação ao fluxo de energia. Citadas por Afonso (2002), as pesquisas da Associação de Planejamento Regional de Nova Iorque demonstram a redução do consumo de energia com o aumento de densidade de Nova Iorque até cerca de 25.000 pessoas por milha quadrada, isto é, 32 domicílios por hectare. A partir deste patamar, a relação se inverte e o consumo passa a aumentar com a elevação da concentração urbana. Esse estudo indica a existência de uma densidade ideal para o padrão de desenvolvimento urbano específico desta cidade.

O PLANEJAMENTO URBANO EM CURITIBA

A construção da cidade envolve diversos atores, mas a contribuição da ação planejada na arquitetura e no urbanismo pode ser de grande valia, quando comprometida com as características do sítio e ao clima locais. Embora o planejamento das cidades continue priorizando os aspectos econômicos, há avanços quanto à consideração dos aspectos ambientais no processo. Um dos fatores mais relevantes consiste em que o urbanismo atual não pode mais ser dirigido apenas por um único urbanista, mas, além das profissões históricas do urbanismo, deve abarcar novas competências profissionais em grupos interdisciplinares, bem como novos atores, desde autoridades locais até a associação dos habitantes.

A importância do planejamento urbano e da participação democrática se evidencia pela promulgação da Lei Federal nº 10257/2001, o Estatuto da Cidade, que torna obrigatória a execução do Plano Diretor para os municípios das Regiões Metropolitanas brasileiras, para municípios de população acima de 20.000 habitantes, bem como para os de interesse turístico, de preservação ambiental ou que contenham zonas industriais de impacto ambiental significativo.

Anterior aos Planos Urbanísticos e, ainda assim, tendo considerado alguns aspectos do clima, a origem da cidade de Curitiba está associada à criação da grande praça que hoje, modificada, é a Praça Tiradentes, ao redor da qual se fixou o primeiro núcleo urbano. As influências do período de domínio espanhol (1580-1640) são percebidas no rigor do traçado urbano. A orientação da Praça em diagonal ao vento Nordeste, (DANNI-OLIVEIRA, 2000), dominante para a região de Curitiba, favorecia a ventilação das ruas nos dois sentidos da malha urbana. A implantação permita a insolação da cidade antes da do rio Ivo, “evitando as pestilências do ar quente e úmido”. Próxima dos pastos e florestas, o traçado urbano deixava de ser ortogonal para acompanhar o relevo ou encurtar caminhos. O traçado espontâneo revela, numa segunda fase, influências portuguesas. Em 1855, Pedro Taulois propôs o primeiro plano de retificação do traçado de Curitiba, já capital do Estado (SANTOS, s/d).

No início do séc. XX destacou-se o “urbanismo moderno internacional” ou “racionalismo”, iniciado na Europa entre 1928-1956 e difundido pelos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna (CIAM), liderado pelo arquiteto francês Le Corbusier. O movimento culminou com a elaboração de seus princípios teóricos na “Carta de Atenas”, de 1933, que propõe a separação, em zonas específicas, de cada uma das quatro funções básicas do espaço urbano: habitar, trabalhar, recrear-se e circular. Outro princípio do urbanismo moderno consiste na hierarquização dos fluxos, separando, por exemplo, pedestres e veículos.

Na cidade de Curitiba, os dois planos que se seguiram fundamentaram-se na setorização funcional proposta pela Carta de Atenas e nas idéias de Le Corbusier que orientaram os urbanistas durante todo o século XX (descongestionamento do centro da cidade, aumento da densidade, aumento da organização dos meios de circulação e aumento das superfícies verdes). O “Plano Agache” (Figura 1), iniciado em 1942, por Alfred Agache, propunha um sistema de circulação com vias circulares e concêntricas. Exceção entre as cidades brasileiras, Curitiba passou então a contar com um processo permanente e institucionalizado de planejamento urbano. Em função do desenvolvimento da cidade, em 1966, foi elaborado um novo plano urbanístico, desta vez pela equipe de Jorge Wilhem, denominado “Plano Serete” (Figura 2), o qual adotou o sistema linear de vias de circulação em forma de estrela, que conduz o crescimento urbano e organiza o trânsito ao longo de Eixos Estruturais. O plano amplia as áreas verdes propostas no plano anterior, promovendo a proteção dos mananciais e localizando a cidade industrial a Oeste, a sotavento da cidade de Curitiba.

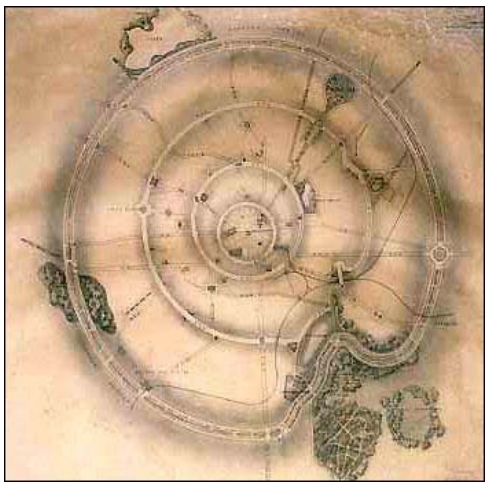


Figura 1: Plano Agache. Fonte: site do IPPUC (www.ippuc.pr.gov.br)

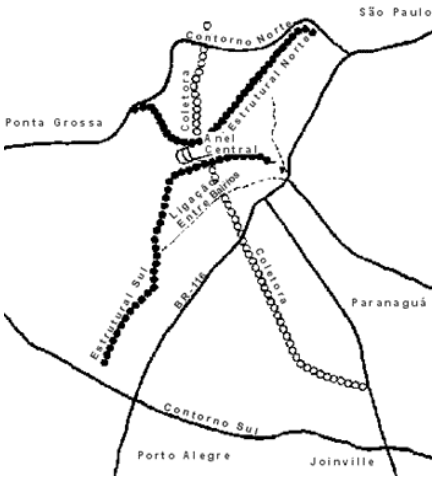


Figura 2: Plano Serete. Fonte: site do IPPUC (www.ippuc.pr.gov.br)

As adaptações e implantações de novas fases do processo de planejamento urbano se tornaram inevitáveis, em função do intenso crescimento da cidade devido à migração de origem rural, conseqüência da mecanização da agricultura e do desenvolvimento urbano-industrial.

No ano 2000, o Plano Diretor sofreu alterações com o estabelecimento de novos parâmetros de Uso e Ocupação do Solo, pela Lei Municipal nº9800/2000. A nova legislação, visando melhorar as condições de iluminação, ventilação e insolação, ainda que não defina o limite de altura para os novos edifícios, fixa o afastamento de cada uma de suas laterais na proporção de um sexto da altura, ou seja, o critério passa a ser calculado pela fórmula H/6. Assim, um edifício de 30 metros de altura deve ter um afastamento de 5 metros de cada lateral do terreno e também dos fundos. Em conseqüência, espera-se uma significativa melhora em relação aos Setores Estruturais onde os edifícios, com apenas dois metros de afastamento entre eles, conforme os parâmetros anteriores, tendiam a se tornar verdadeiros paredões. Sobre esse aspecto, não se pode ainda avaliar *in situ* o resultado dos novos parâmetros, pois há poucos edifícios já construídos após a promulgação da nova legislação.

Entretanto, o crescimento da cidade se deu não só verticalmente, mas também no sentido horizontal, em expansão ou em conurbação com cidades de municípios vizinhos. O incremento populacional de Curitiba e da Região Metropolitana, por ela polarizada, reflete o padrão de desenvolvimento urbano-industrial que a cidade vem alcançando nos últimos anos, destacando-se no cenário brasileiro. Entre as regiões metropolitanas brasileiras, a Região Metropolitana de Curitiba foi a que apresentou as maiores taxas de crescimento nas décadas de 70 e 80 – respectivamente 5,78% e 3,64%. A população do município de Curitiba, durante estas duas décadas, correspondeu a taxas superiores a 65,8% da população total da RMC (FIRKOWSKI e MOURA, 2001). A população da metrópole, de 609.026 habitantes em 1970, passou a 1.587.315 de habitantes em 2004 (COMEC, 2004).

Firkowski (2002) analisa o caso de Curitiba e Região Metropolitana, quanto à localização das novas indústrias e suas implicações no processo de reestruturação socioespacial da cidade. As novas indústrias, que operam no paradigma da produção flexível que se estabeleceu a partir dos anos 90 na indústria automobilística, passaram a configurar complexos de produção, demandando novos territórios conforme suas mais recentes características organizacionais. Para atender as necessidades dessas industrias, ampliaram-se os territórios disponíveis para o seu uso no Aglomerado Metropolitano[3], num movimento de “desconcentração territorial de Curitiba”.

[3] Um Aglomerado Metropolitano é constituído por uma mancha de ocupação de alta densidade demográfica que extrapola os limites do município pólo, envolvendo municípios limítrofes pelos processos de conurbação e/ou

Atualmente, a RMC é constituída pelo Aglomerado Metropolitano de Curitiba[4], composto por Curitiba e pelas áreas urbanizadas de municípios vizinhos – bem como por extensas áreas de mananciais e de características rurais, mais afastadas (FIRKOWSKI, 2002). Nesta área intermediária entre Curitiba e a Região Metropolitana, o Aglomerado Metropolitano de Curitiba, caracterizado pela expansão da mancha urbana e ao mesmo tempo produzido por sua desconcentração, é onde se concentra a grande parte das indústrias. A Figura 3 ilustra o processo de urbanização da RMC de 1955 até o ano de 1995, representando a formação e consolidação do Aglomerado Metropolitano.

A distribuição espacial da indústria em Curitiba ocorreu em duas fases distintas (FIRKOWSKI, 2002): Na década de 70, a criação de um Distrito Industrial visou à concentração das indústrias na capital possibilitando a captação de recursos financeiros externos. As indústrias se localizaram principalmente no interior de dois distritos contíguos: a Cidade Industrial de Curitiba (CIC), à Sudoeste do município de Curitiba e o Centro Industrial de Araucária (CIAR), no município de Araucária. Na segunda fase, a partir dos anos 90, mais da metade das indústrias do Estado foi implantada na RMC, com o predomínio das indústrias dinâmicas (intensivas em capital e tecnologia); no interior do Estado, predominaram as tradicionais (intensivas em mão de obra). Assim, Curitiba continua o processo iniciado nos anos 70, atraindo as principais indústrias, os capitais externos e as pessoas.

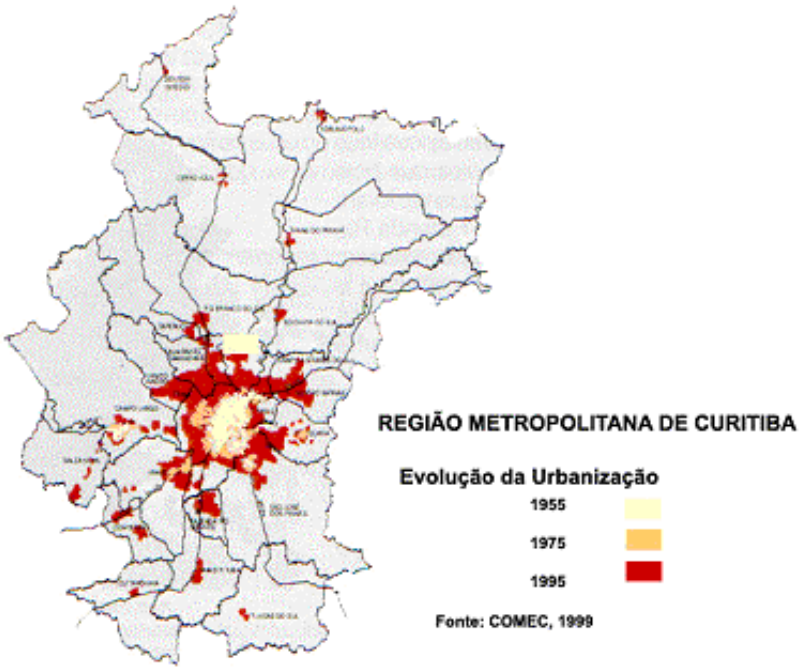


Figura 3: Evolução da Urbanização na Região Metropolitana. Fonte: COMEC, 1999. Org.: CARNEIRO, C.; DUMKE, E., 2003.

Nesta nova fase, modifica-se a concepção de distrito industrial, pois as indústrias fornecedoras das montadoras automobilísticas instalam-se junto às indústrias principais atraindo a instalação novas atividades econômicas e levando a um aumento da população.

No afã de atrair as grandes empresas, os governos locais e estaduais se submeteram às exigências feitas por elas, contrariando as diretrizes traçadas no Plano de Desenvolvimento Integrado (PDI) elaborado para a RMC, no final dos anos 70. O Plano definia os dois distritos industriais formando uma grande área industrial à Sudoeste do município de

periferização e se caracteriza por uma intensa relação funcional, de fluxos intermunicipais e de atividades urbanas e econômicas.

[4] O Aglomerado Metropolitano abrange 12 dos 26 municípios que hoje compõem a RMC: Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais.

Curitiba e previa a expansão industrial ao longo do eixo Oeste, que ligava estes dois distritos na RMC ao Norte do Paraná. A estratégia prevista para o Leste da cidade onde se encontram os mananciais de abastecimento de água, nos municípios de São José dos Pinhais e Piraquara, a orientação era a de inibir o uso industrial. "No entanto", constata Firkowski (2002, p.94), "apesar dessas determinações, e contradizendo-as, a maioria absoluta das novas indústrias na atualidade se localiza exatamente onde se previa sua inibição, ou seja, a Leste, onde estão os principais mananciais de abastecimento de água".

A pressão da urbanização sobre os mananciais da região metropolitana pode ser apreciada pelo padrão de apropriação de áreas para urbanização no contexto da bacia do Altíssimo Iguaçu, que produzem aproximadamente 8.100 l/s, incluindo os mananciais do Irai, Iraizinho, do Meio, Piraquara, Itaqui, Pequeno e o Palmital, este último opcional (ANDREOLI *et al*., 2003, p.66). A área urbanizada passa de 1.746 ha em 1976 para 11.352 ha em 1999: um crescimento da ordem de 550%.

A urbanização de Curitiba corrobora, mesmo que em menor escala, a dinâmica prevista por Mattos (2004, p.169) para as metrópoles, a de uma "estrutura urbana polarizada e segregada" e uma "metropolização expandida, devido a uma dilatação contínua de um periurbano difuso, de baixa densidade, de estrutura policêntrica".

Para Firkowski (2002, p.98), a participação do município de Curitiba na nova realidade metropolitana se transforma, não na perda, mas na transformação de sua centralidade, reforçando ainda mais a imagem de modernidade criada para a cidade. Curitiba passa a exercer novas funções atendendo às demandas das empresas quanto aos serviços especializados e à existência de equipamentos comerciais e de serviços, bem como ao consumo da população associada às empresas.

O CLIMA LOCAL

Curitiba se situa sobre "o setor de colinas sedimentares do Planalto de Curitiba", localizado "na borda centro-oceânica do Primeiro Planalto Paranaense (PPP)" (DANNI-OLIVEIRA, 2000, p.120 e 138). A uma altitude média de 934 metros acima do nível do mar, a cidade tem por referência as coordenadas do paralelo de 25º25'48''S e do meridiano de 49º16'15 "WGr.

Segundo Mendonça (2001) o clima de Curitiba:

> *pertence ao grupo C – Mesotérmicos Controlados por Massas de Ar Tropicais e Polares, denominado CW – Tropical de Altitude com Inverno Seco e Chuvas de Verão, sendo do tipo Cfb com verão fresco. Além destes dois sistemas atmosféricos atuam também na formação do clima da região de Curitiba as Massas de Ar Tropical Continental e Equatorial Continental, estas últimas com pequena participação. As condições termo-pluviométricas da área em estudo são resultantes diretamente da circulação e dinâmica atmosférica propiciada pelo desempenho anual destes sistemas, as quais penetram na área através de ventos provenientes notadamente do quadrante Leste-Nordeste-Norte (p. 129).*

Embora, segundo Lamberts *et al.* (1997), Curitiba seja a capital mais fria do Brasil, a tropicalidade do clima é evidente, conforme Mendonça (2001), analisando dados do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), nas médias de temperaturas elevadas entre os meses de novembro e março (próximas aos 20ºC) e nas altas temperaturas máximas absolutas que podem atingir, como 37,8ºC em novembro de 1977. Porém, o inverno apresenta temperaturas bastante baixas para os padrões tropicais, com temperaturas médias de 13ºC nos meses de junho e julho e a mínima absoluta de -5,2ºC (em junho de 1972). A variação da amplitude média da temperatura do ar diária é de 10,5K, conforme Goulart *et al.* (1998); a amplitude média anual de temperatura é de 16K, embora tenha alcançado 40K em relação à variação da temperatura absoluta no período de 1961-1991. A

média anual de precipitação é de 1600mm (MENDONÇA, 2001, p.31) e a média anual da umidade relativa do ar é elevada: 85% (GOULART *et al.*, 1998).

Conforme a Norma de Desempenho Térmico de Edificações (ABNT NBR 15220-3, 2005), Curitiba se situa na Zona Bioclimática 1, correspondendo a 0,8% do território nacional, das oito Zonas definidas pelo Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Segundo o programa Analysis (LMPT/EMC e NPC/ECV, 1994), baseado nos limites de conforto indicados por Givoni (1992), para países em desenvolvimento, Curitiba apresenta desconforto por frio (temperaturas abaixo de 18ºC) em 73,2% das horas do ano; conforto térmico (temperaturas entre 18 e 29ºC) em 20% das horas anuais; e, desconforto por calor (temperaturas acima de 29ºC) em apenas 6,84% das horas anuais.

O clima peculiar da cidade exige a utilização de estratégias bioclimáticas, tanto no planejamento urbano como no projeto de edificações, para melhorar as condições de conforto térmico e, conseqüentemente, a eficiência energética das edificações inseridas na malha urbana. Quais seriam, então, os princípios bioclimáticos a serem considerados para Curitiba e como deveria ser seu traçado urbano?

O DESENHO URBANO ADEQUADO AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE DIFERENTES LOCAIS

Para Olgyay (1963), o tecido urbano resulta de uma interação de vários fatores: físicos, climáticos, culturais, mas as condições climáticas indicam ter tradicionalmente influência decisiva nas variações da densidade da trama urbana.

Ao descrever três antigos assentamentos urbanos em regiões climáticas distintas (quente-seca, quente-úmida e temperada), Olgyay (*op. cit.* p.8-9) observa a diversidade dos traçados, que diferem nos âmbitos espacial, temporal e sócio-econômico. Entretanto, pode-se verificar na Figura 4, como a geometria das unidades individuais e o afastamento entre elas, se reflete nos conjuntos de características regionais, constituindo respostas claras às exigências climáticas de cada local.

Clima quente-seco. Aldeia no oásis de Veramin | Clima quente-úmido. Aldeia de Bari, no Sudão | Clima temperado. Comunidade em Zurique

Figura 4: Conjuntos urbanos em regiões de climas distintos. Fonte: OLGYAY, 1963.

Desta forma, as comunidades tendem a criar uma morfologia urbana apropriada para cada conjunto de exigências climáticas. Enquanto as regiões frias devem buscar a radiação solar, as quente-secas tendem a evitá-la, porém, as tramas urbanas de ambas devem ser densas, visando à proteção de um ou mais elementos do clima (frio, calor, Sol, vento). Nas regiões quente-úmidas, o traçado deve ser mais livre e disperso, de forma a promover o movimento do ar e a buscar a sombra das árvores. Nas zonas temperadas a planta de distribuição das habitações deve ser aberta, permitindo a exposição das edificações à radiação solar no inverno e promovendo a sua integração com a natureza. Portanto, o traçado urbano deve ser mais livre.

Entre outros fatores, a volumetria das edificações também tem forte influência no conforto térmico dos ambientes internos e externos e, conseqüentemente, no consumo energético. Os efeitos do Sol, do vento e da luz natural podem ser otimizados, modificando a qualidade dos ambientes. Um conjunto de habitações, por exemplo, pode compor um único edifício ou várias casas isoladas, mas resultará em desempenhos térmicos e visuais distintos (LAMBERTS *et al*., 1997).

Quanto a este aspecto, nas regiões quente-secas, as formas compactas ou ligeiramente alongadas nos sentido do eixo Leste-Oeste são apropriadas. Em regiões de baixa latitude, os edifícios altos recebem menos radiação pela superfície reduzida da cobertura e promovem sombras no seu entorno.

Nas regiões de clima quente-úmido, as construções alongadas no sentido Leste-Oeste também são as mais indicadas. Nesta zona climática, os edifícios alongados no sentido Norte-Sul sofrem mais impacto negativo que em todas as outras regiões climáticas.

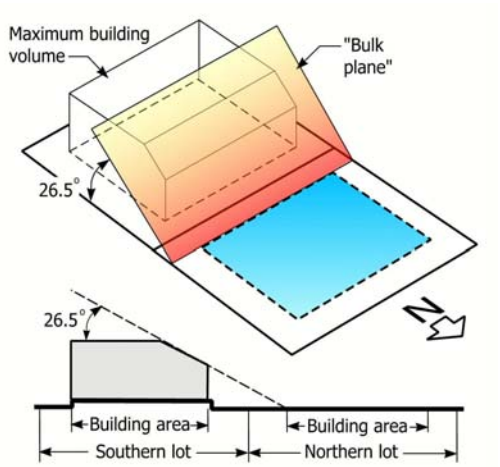
Nas regiões frias, as edificações de formas compactas são mais apropriadas, pois diminuem a superfície em contato com o exterior e assim, as perdas de calor. Mas, em relação à exposição aos raios solares, as latitudes elevadas favorecem edifícios com grande área exposta ao Sol de inverno, bem como os chalés, cuja maior inclinação da cobertura, além da função de evitar acúmulo de neve, proporciona sua melhor insolação.

Nas regiões temperadas o volume tem menor importância, permitindo maior liberdade formal, embora as formas alongadas no sentido do eixo Leste-Oeste sejam mais favoráveis. Conforme Olgyay (1963), a forma ótima é aquela de proporções entre profundidade e largura de 1:1.6. Entretanto, neste clima as edificações alongadas no sentido do eixo Norte-Sul, recebem menor impacto que nas outras regiões, possibilitando as plantas em forma de L ou em cruz.

Uma versão contemporânea de urbanismo apropriado ao clima, neste caso, de uma região deserta e montanhosa, é a Vizinhança Solar no Deserto “Neve-Zin”, no Zin Valley, em Israel (BIDR, 2005). O projeto, desenhado pelo Centro de Arquitetura do Jacob Blaustein Institute for Desert Research – Ben Gurion University of the Negev, consiste em um conjunto de construções, que considera as condições climáticas não somente em relação à construção individual, mas ao seu contexto urbano, na relação entre uma construção com a outra e do espaço criado entre elas.

Alguns dos princípios bioclimáticos adotados no projeto foram: a garantia do acesso total ao Sol do inverno para cada lote, visando à utilização do aquecimento solar passivo; a proteção das calçadas para pedestres em relação à trajetória do Sol, ao vento e a poeira do deserto; a priorização dos espaços de preservação da água e dos jardins públicos, enquanto jardins privados são dimensionados especialmente para as preferências dos moradores. O direito ao Sol é garantido por meio da limitação das dimensões de cada construção em relação ao Sol de inverno, de maneira a restringir as sombras no lote adjacente. O imaginário ”bulk plane” (plano de volume) é projetado sobre o ângulo prescrito em relação à orientação solar (Sol de inverno), definindo os limites volumétricos da construção e assegurando acesso solar para cada casa nos dias de inverno.

As vias de veículos são orientadas na direção Leste-Oeste, com a largura apenas suficiente para separar os vizinhos dos lotes Norte e Sul, de forma a garantir os direitos solares. Os caminhos de pedestres, orientados Norte-Sul e com somente 2,5m de largura, são sombreados durante as horas da manhã e da tarde num dia de verão, por meio das paredes. Assim, por atender as considerações climáticas, o design de “Neve-Zin” se distingue por uma linguagem comum, na qual se especifica a morfologia das construções, geometria das aberturas, materiais de acabamento, promovendo a formação de uma vizinhança coesa.



Detalhes do "Bulk Plane"

Implantação das moradias

Figura 5: Vizinhança Solar no Deserto "Neve-Zin", no Zin Valley, em Israel. Fonte: site do BIDR (http://www.bgu.ac.il/CDAUP)

RECOMENDAÇÕES DE DESENHO URBANO PARA REGIÕES DE CLIMA TEMPERADO

O desenho urbano de Curitiba deveria seguir os princípios bioclimáticos recomendados para as regiões de clima temperado. Para Olgyay (1963), os dois períodos: o frio e o quente são significativos para os habitantes das regiões deste tipo de clima, o que requer o uso equilibrado de estratégias que visem à redução e ao incremento da produção de calor, de radiação e movimento do ar. Segundo Romero (2001), este clima se caracteriza por ser mais ameno, entretanto as condições atmosféricas das estações são distintas, o que faz com que o traçado urbano seja insuficiente para suprir todas as exigências climáticas da região e torna fundamentais a forma e o desempenho das edificações.

Quanto à implantação, as vertentes mais apropriadas são as voltadas para o Norte e o Leste. A localização deve, preferencialmente, ocorrer na área mais quente da vertente, havendo necessidade de proteção do vento.

A ventilação deve ser promovida para causar a sensação de resfriamento e para diminuir a umidade nos períodos quentes, mas deve ser controlada por meio de anteparos na direção do vento no inverno. Conforme estudos realizados por Danni-Oliveira (2000) no período de 1958-88 para a cidade de Curitiba, os ventos predominantes durante o ano são os provenientes da direção do quadrante Leste-Nordeste-Norte. No inverno a direção sofre alteração, de forma que os ventos predominantes passam a ser os do quadrante Nordeste-Norte-Noroeste, com 45% da incidência, seguidos pelos ventos do quadrante Sudeste-Leste-Nordeste, com 34%. Neste clima, há necessidade de ganhos de calor no inverno e proteção da radiação no verão, o que pode ser obtido pela orientação e geometria das construções e/ou com o plantio de árvores caducifólias. A absorção de radiação deve ser controlada no espaço urbano, mas a radiação e a luminosidade devem ser permitidas nos edifícios (OLGYAY,1963; ROMERO, 2001).

A organização espacial deve ser livre e aberta, com as edificações mesclando-se à natureza e proporcionando a integração entre o interior e exterior das edificações. Os espaços externos podem ser usufruídos como extensão dos internos durante vários meses do ano.

Segundo Romero (2001), o traçado não deve ser excessivamente compacto para que não se impeça a ventilação no verão e a radiação solar no inverno. A forma ideal seria a criação do efeito pátio para permitir a devolução à atmosfera do ar já aquecido pela cidade. As massas de água devem atuar como elementos de controle da temperatura, embora elevem a umidade do ar. As superfícies dos materiais também deveriam promover o equilíbrio térmico: se o solo possuir um baixo albedo, isto é, se for úmido e escuro, e ainda, se possuir

elevada condutibilidade (materiais naturais mais secos e porosos), as condições climáticas resultarão amenas.

Para Romero (2001), as ruas devem ser arborizadas e orientadas de forma a possibilitar uma face sombreada. As árvores de folhas caducas favorecem o sombreamento, as brisas e a redução da reflexão solar no verão e permitem a radiação solar no inverno. As ruas devem ter largura mediana e o tecido deve ser menos compacto do que o recomendado para as regiões quente-secas, de modo a promover a perda de calor das edificações no verão.

A orientação e características das vias devem permitir os ventos dominantes no verão, quadrante Sudeste-Leste-Nordeste, conforme Goulart et al. (1998), porém evitá-los no inverno: quadrante Nordeste-Norte-Noroeste, segundo Danni-Oliveira (2000) por meio da vegetação. Deve ser evitada a orientação das ruas no sentido do vento dominante: Nordeste, conforme Danni-Oliveira (2000), principalmente com construções uniformes e alinhadas, pois proporcionam o efeito de canalização do vento, aumentando sua velocidade e não penetrando nas edificações, causando desconforto. O efeito de canalização ocorre em corredores de paredes pouco porosas e quando a rua tem uma largura igual ou inferior à altura das edificações (cânion urbano). Nas ruas de eixo Noroeste-Sudeste, perpendiculares à direção dos ventos predominantes durante o ano, há necessidade de aumentar a largura da rua e a porosidade das edificações para permitir a ventilação das edificações a sotavento. A geometria e a distribuição dos espaços devem proporcionar a ventilação cruzada nas edificações, uma vez que em Curitiba, a umidade é alta.

As dimensões e a forma dos lotes neste tipo de clima permitem a liberdade de soluções, desde que se propicie uma ventilação e radiação solar adequadas. Para que isso ocorra, o alinhamento das edificações deve possuir reentrâncias e saliências, como ilustram as Figuras 6 e 7 (ROMERO, 2001).

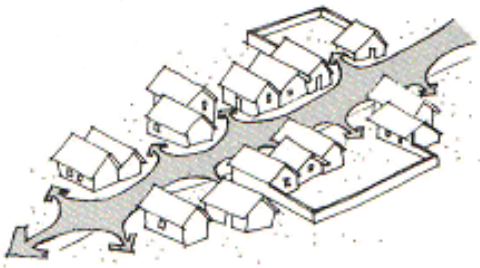


Figura 6: Aproveitamento do vento em climas amenos. Fonte: Romero (2001)

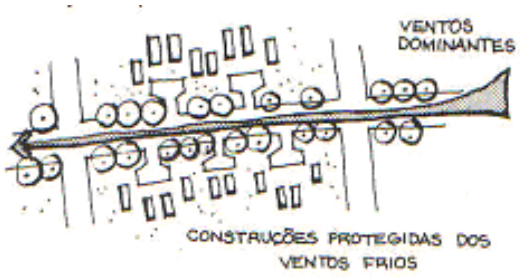


Figura 7: Construções protegidas dos ventos frios. Fonte: Romero (2001)

Os espaços públicos devem ser bem arborizados para promover sombra, além de relativamente abertos. Devem predominar as áreas gramadas em relação às superfícies pavimentadas, para a favorecer a absorção de radiação solar e a redução de sua reflexão, que, associada à alta luminosidade, pode causar desconforto visual. As ruas devem ser orientadas de forma a evitar os ventos do inverno e favorecer as brisas de verão (OLGYAY, 1963; ROMERO, 2001).

Grupos de árvores de folhas permanentes podem ser implantados de forma a constituir barreiras de proteção aos ventos frios de inverno, quando localizados na direção de procedência destes ventos (Nordeste-Norte-Noroeste). Mas essa disposição não deve bloquear as brisas de verão, provenientes do quadrante Sudeste-Leste-Nordeste, conforme Goulart *et al*. (1998). Árvores de folhas caducas devem ser utilizadas para proporcionar sombra nas fachadas Leste e Oeste das residências, bem como nas calçadas das ruas (OLGYAY, 1963).

Em regiões temperadas, com menores restrições em relação à orientação solar, há maior liberdade de soluções, embora esta deva proporcionar condições de conforto tanto nas épocas frias do ano, como nas quentes. As necessidades de insolação e sombra devem ser estudadas cuidadosamente em qualquer situação topográfica. Segundo Olgyay (1963, p. 59-

61), a melhor orientação para uma edificação nas regiões de clima temperado, será a de maior insolação no período de inverno, devendo-se evitar a orientação de maior insolação no verão. O autor cita como exemplo a cidade de Nova York, que, seguindo estes critérios, tem sua orientação ideal deslocada em 17,5º, do Sul em direção ao Leste. Considerando-se a orientação preferencial nas edificações, o desenho urbano será influenciado nos sentidos dos eixos e nas larguras das ruas, no espaçamento entre os edifícios e em toda a organização espacial urbana.

No caso de Curitiba, também situada em região temperada, mas no Hemisfério Sul, a orientação mais apropriada é a Norte, que possui as condições de radiação solar diárias mais equilibradas. Os freqüentes nevoeiros nas manhãs de inverno reduzem a insolação da fachada Leste em quase todo o período de frio, deixando os quartos, nesta fachada, com baixas temperaturas à noite, quando serão utilizados. As janelas na fachada Oeste também devem ser evitadas pelo excessivo aquecimento no verão, que pode transformar os ambientes internos em verdadeiras estufas. A latitude de Curitiba (25º25'Sul) também indica a orientação Norte, pois nesta, o Sol mais inclinado no inverno (solstício de inverno, às 12:00 horas, α=41º09'), penetrará as aberturas da edificação e permitirá a insolação das paredes externas durante grande parte do dia; no verão, o Sol mais a pino (solstício de verão, às 12:00 horas, α=88º02'), poderá ser facilmente evitado até mesmo por um pequeno beiral.

Na Figura 8, observa-se a insolação adequada considerando-se os ângulos de sol nos solstícios de inverno e verão, na organização espacial de um bairro residencial, em uma região temperada.

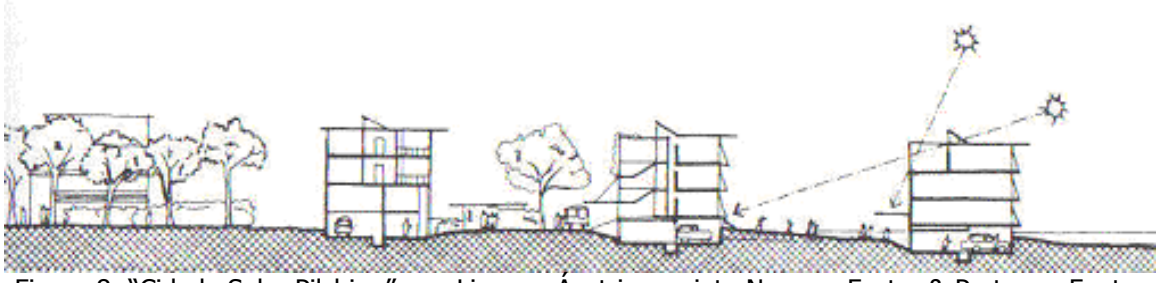


Figura 8: "Cidade Solar Pilching", em Linz, na Áustria, projeto Norman Foster & Partners. Fonte: Brown, G.; Dekay, M. (2004).

OS DIVERSOS PLANOS URBANÍSTICOS: A MORFOLOGIA URBANA COMO DETERMINANTE DE VARIAÇÕES CLIMÁTICAS LOCAIS

Embora presentes nos planos urbanísticos elaborados para Curitiba, as preocupações com o meio ambiente sempre foram restritas e às vezes, nas épocas de mais intensa ocupação de território, esquecidas. Os exemplos de conforto intra-edificação se restringem a alguns espaços públicos, sedes de empresas ou nas casas das classes mais abastadas, que contam com climatização artificial. Nas praças, nos parques e nas ruas o acaso é o definidor das condições ambientais, via de regra acentuando as condições de desconforto (SANTOS, s/d).

Estabelecida pelos Planos Agache e Serete e inspirada na Carta de Atenas, a setorização funcional, além de não melhorar as condições de conforto térmico, resulta na ampliação dos fluxos, desfavorecendo a eficiência energética e promovendo a poluição do ar.

Para Santos (s/d), o Sistema Trinário e a Integração do Transporte pelos eixos de grande densidade populacional tem por objetivo a economia de energia e a criação das ciclovias e ruas de pedestres pretende reduzir a poluição atmosférica e acústica. Mas a reduzida distância entre os edifícios torna-se um ponto crítico, especialmente nos Setores Estruturais. A legislação adotava critérios mínimos de ventilação, insolação e iluminação natural dos

espaços construídos somente para fins higiênicos, negligenciando o aspecto térmico e mostrando-se ineficaz para o clima de Curitiba. Os novos parâmetros de Uso e Ocupação do Solo, estabelecidos pela Lei Municipal nº9800/2000, buscam uma melhoria neste sentido, mas são ainda de difícil avaliação, uma vez que há poucos edifícios construídos após sua promulgação.

A perspectiva de Danni-Oliveira (2000) difere de Santos (s/d), quanto às Vias Estruturais. Como já mencionado, o plano Serete, adotou o sistema linear de vias de circulação como elemento indutor do crescimento urbano. Com as adaptações sofridas pelo plano original, a configuração espacial atual da cidade se caracteriza pela maciça verticalização da cidade ao longo das Vias Estruturais que tangenciam o Centro e se estendem aos bairros, escoando o fluxo de veículos. Esta *topografia edificada* atua como uma cortina de concreto, que altera a rugosidade dos terrenos locais, "ora canalizando os ventos, ora atuando como barreira à livre circulação do ar", não favorecendo a dispersão dos poluentes atmosféricos, inclusive aqueles lançados pelo intenso trânsito de veículos automotores no local. Os edifícios agem como "capacitores térmicos (...) propiciando a criação de campos térmicos diferenciados" (DANNI-OLIVEIRA, *op. cit*.).

Para Suga e Krüger (2005), ao estudar os cânions urbanos caracterizados pelas Vias Estruturais de Curitiba, outro aspecto a ser considerado em relação ao clima local (que se caracteriza pelo maior desconforto por frio) é a falta de ganhos solares nos pavimentos inferiores de fachadas sombreadas no período do inverno. Para os autores, a legislação deveria propiciar melhores condições de iluminação e reduzir o desconforto térmico em situações de cânions urbanos. Observe-se que critérios de ocupação nos Eixos Estruturais são definidos, por uma legislação do tipo *floor ratio area,* na qual não há limitação para a altura da edificação. No entanto, verifica-se ser mais aconselhável adotar como critério de diretriz de planejamento a relação H/W (altura média das edificações por largura de caixa de rua).

A falta de uma compreensão prévia das questões referentes ao conforto termo-ambiental de Curitiba, agravadas pelo complexo e vertiginoso processo de urbanização, bem como as limitações do atual Plano Diretor, resultam em desconforto ambiental de seus habitantes e em ineficiência energética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em assentamentos mais antigos, a estrutura, a morfologia e a densidade urbana variavam de acordo com a necessidade de defesa às condições climáticas locais. A sabedoria milenar das construções vernáculas foi desprezada nos últimos séculos, em função dos avanços da tecnologia, dos materiais e do período em que a energia era mais abundante e de menor custo. Porém, devido à atual crise do meio ambiente, retoma sua importância.

Como tantas cidades latino-americanas, Curitiba é submetida ao crescimento acelerado pautado pelos aspectos econômicos, que tem destruído os vínculos com o clima. Os lotes antes espaçosos, agora com dimensões menores, possuem altas taxas de ocupação e elevados coeficientes de aproveitamento, reduzindo significativamente as possibilidades das interações climáticas. A malha urbana, as ruas e as praças são projetadas sem se considerar a orientação solar e dos ventos.

A compreensão das alterações do sítio natural e dos efeitos que causam sobre a qualidade ambiental e sobre as condições de conforto térmico nos espaços urbanos diferenciados requer um estudo complexo.

Para se obter a estrutura, a morfologia e a densidade urbana adequadas ao clima, as intervenções urbanas deveriam considerar as características físicas do sítio e os elementos climáticos. Poucas iniciativas têm sido tomadas pelas autoridades municipais neste sentido. Assim, em relação aos quesitos de conforto ambiental, o planejamento urbano de Curitiba

deixa a desejar. A cidade carece de estudos que subsidiem intervenções mais amplas, que resultem em proposições ao próprio zoneamento urbano visando ao conforto térmico.

A reflexão sobre a inter-relação dos fatores geomorfológicos locais, da estrutura urbana e dos tipos de ocupação resultantes dos planos urbanísticos implantados ao longo do tempo em Curitiba e a percepção de condições de conforto ambiental diferenciadas em setores da cidade, leva-nos a indagações sobre a importância de um planejamento urbano que considere as características climáticas locais.

Além da interferência da topografia, da vegetação, das massas de água, e da escolha de materiais a serem empregados nas edificações e na pavimentação, há necessidade de se observar a variação das temperaturas, do regime de ventos e da trajetória do Sol ao longo das estações. Tais elementos fornecerão subsídios não só para as diretrizes gerais do zoneamento urbano mas também na definição da altura, espaçamento e orientação das edificações.

Abordando-se somente os fatores relativos à urbanização, pode-se analisar a morfologia das edificações (os gabaritos, os afastamentos, a ocupação do lote, as densidades, a topografia edificada, o Sky View Factor e o zoneamento proposto), o tipo de uso do solo (áreas residenciais, de serviços, de lazer, de indústrias, equipamentos urbanos, etc), as superfícies com diferentes propriedades termofísicas (áreas gramadas ou arborizadas, construídas, a pavimentação, as massas d'água), bem como a forma e a estrutura urbana resultantes e sua interação com os elementos do clima.

Na cidade de Curitiba, que se caracteriza pelo desconforto por frio e pela alta umidade, é fundamental que os critérios de insolação e ventilação sejam revistos, não somente na perspectiva da construção individual, mas de seu contexto urbano, na relação entre uma construção com a outra e no espaço criado entre elas. Sugere-se a adoção da estratégia do prisma de Sol (conforme referido no exemplo de Neve-Zin, em Israel), que considera a orientação solar e limita o volume das construções como forma de garantir a incidência solar no inverno, para as edificações, ruas e espaços abertos do seu entorno.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15220-3*: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ACSELRAD, H. Sentidos da sustentabilidade urbana. ACSELRAD, H. (org.) *A Duração das cidades* - sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001, pp. 27-55.

AFONSO, S. *Paisagem e Ambiente Urbano Sustentáveis*: métodos e ferramentas. Disponível em <.http://www.arq.ufsc.br/~soniaa/sonia/artigoenepea2002.pdf.> Acesso em: 29 abril 2005.

ANDREOLI, C.V. *et al*. A crise da água e os mananciais de abastecimento. In: *Mananciais de abastecimento*: planejamento e gestão / estudo de caso do altíssimo Iguaçu. ANDREOLI, C.V. (edit.) Curitiba: SANEPAR, 2003.

BIDR – BLAUSTEIN INSTITUTE FOR DESERT RESEARCH. *The "Neve-Zin" Desert Solar Neighborhood.* Disponível em <.http://www.bgu.ac.il/CDAUP/> Acesso em: 04 julho 2005.

BROWN, G.Z.; DEKAY,M. *Sol, vento & luz*: estratégias para o projeto de arquitetura. Porto Alegre: Bookman, 2004.

CIB – AGENDA 21 para a construção sustentável. WEINSTOCK, G.; WEINSTOCK, D. M. (Eds.). Trad.: I. Gonçalves, T. Whitaker. G. São Paulo: s.n., 2000.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. A evolução histórica da RMC. *Metrópolis em revista*. Curitiba: COMEC, v.1, n.1, p.5-14, 1999.

COMEC. *Situação geográfica*. Disponível em <.http://www.pr.gov.br/comec/ormc.html> Acesso em: 22 dezembro 2004.

DANNI-OLIVEIRA, I.M. *A cidade de Curitiba e a poluição do ar: Implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno*. São Paulo: FFLCH/USP, 2000. Tese de Doutorado.

ESTATUTO DA CIDADE, Lei Federal nº.10257/2001 (Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências).

FANGER, P. O. *Thermal comfort.* Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

FIRKOWSKI, O.L.C. de F. e MOURA, R. Regiões metropolitanas e metrópoles. Reflexões acerca das espacialidades e institucionalidades no Sul do Brasil. *Revista RA'EGA*, n. 5, pp. 27-46, 2001.

FIRKOWSKI, O.L.C. de F. A nova lógica de localização industrial no aglomerado metropolitano de Curitiba. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, IPARDES, n. 103, pp.79-100, 2002.

GIVONI, B. *Comfort, climate analysis and building design guidelines*. Energy and Buildings, v. 18, 1992. p.11-23.

GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras.* Florianópolis: PROCEL/Núcleo de Pesquisa em Construção / UFSC, 1998.

KRÜGER, E.L. Conforto Térmico: a necessidade de adaptação climática como forma de sobrevivência. *Cadernos Técnicos – AUT/Universidade de São Paulo*, São Paulo, n.10, p.23-38, 2002.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 1997.

LMPT/EMC; NPC/ECV, UFSC. *Analysis*, versão 1.5. Programa Analysis para avaliação bioclimática e de conforto térmico. Florianópolis: LMPT e NPC/UFSC, 1994. Programa. 3 Disquetes 3 ½ pol.

LOMBARDO, M.A. *Ilha de calor nas metrópoles:* o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MAN YU, C.; MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.; NOGAROLI, M. A Intensificação do Efeito Estufa Planetário e a Posição dos Países no Cenário Internacional. *Revista RA'EGA*, Curitiba, n.5, p.99-124, 2001.

MATTOS, C.A. de Redes, nodos e cidades: transformação da metrópole latino-americana. In: RIBEIRO, Luiz C. Q. (Org.) *Metrópoles. Entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito*. São Paulo: Ed. Perseu Abramo; Rio de Janeiro: FASE, 2004, pp. 157-196.

MENDONÇA, F. *Clima e criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência da criminalidade urbana.* Curitiba: Editora da UFPR, 2001.

OLGYAY, V. *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism.* New Jersey: Princeton University Press, 1963.

ROMERO, M. A. B. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: ProEditores, 2001.

SACHS, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1996.

SÁNCHEZ GARCIA, F.E. *Cidade espetáculo*: política, planejamento e city marketing. Curitiba: Palavra, 1997. 168p.

SANTOS, A.T. *Desempenho Ambiental Urbano de Curitiba*. Curitiba, s/d.

SUGA, M.; KRÜGER, E.L. Verificação das condições de iluminação em ambientes internos de edificações situadas em um cânion urbano de Curitiba. *In:* IV Congreso Confort y Eficiencia Energética en la Arquitectura - COTEDI, 2005, Ciudad de México. Memorias del IV COTEDI. Ciudad de México: Universidad Autonoma Metropolitana - UAM, 2005. v. 2, p. 323-328.